

SKRIPSI

KINETIKA BIODEGRADASI ZAT ORGANIK  
PADA AIR LIMBAH SAMPAH (LINDI)



Oleh :

FAHRIA  
0852010014

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2012

SKRIPSI

KINETIKA BIODEGRADASI ZAT ORGANIK  
PADA AIR LIMBAH SAMPAH (LINDI)

untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik ( S-1)

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Oleh :

FAHRIA  
0852010014

FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM  
SURABAYA  
2012

# SKRIPSI

## KINETIKA BIODEGRADASI ZAT ORGANIK PADA AIR LIMBAH SAMPAH (LINDI)

Oleh :  
DWI AYU PRICILLIA  
0852010032

Telah dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada hari : Tanggal :

Menyetujui,

Pembimbing

Penguji I

Dr. Ir. Munawar, MT.  
NIP : 19600401 198803 1 00 1

Ir. Putu Wesen, MS.  
NIP : 19520920 198303 1 00 1

Penguji II

Mengetahui,

Ir. Tuhu Agung R., MT.  
NIP : 19620501 198803 1 00 1

Ketua Program Studi

Penguji III

Dr. Ir. Munawar, MT.  
NIP : 19600401 198803 1 00 1


Ir. Naniek Ratni JAR., M.Kes  
NIP : 19590729 198603 2 00 1

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar sarjana (S1), tanggal :.....

Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Ir. Naniek Ratni J.A.R., Mkes.  
NIP : 19590729 198603 2 00 1

## CURRICULUM VITAE

Peneliti					
Nama Lengkap	:	F a h r i a			
NPM	:	08520100014			
Tempat/tanggal lahir	:	Ternate, 29 April 1991			
Alamat	:	Bendul Merisi Airdas no. 6A			
Nomor Hp.	:	085730776194			
Email	:	fahriaumahuk@ymail.com			
Pendidikan					
No	Nama Univ / Sekolah	Program Studi	Mulai		Keterangan
			Dari	Sampai	
1	FTSP UPN "Veteran" Jatim	Teknik Lingkungan	2008	2012	Lulus
2	SMAN 4 Ternate	IPA	2005	2008	Lulus
3	SMPN 2 Ternate	Umum	2002	2005	Lulus
4	SDN Akehuda Ternate	Umum	1996	2002	Lulus
Tugas Akademik					
No.	Kegiatan	Tempat/Judul			Selesai Tahun
1	Kuliah Lapangan	PDAM Karang Pilang Surabaya, PT. SIER, PT. Pier, PT. Multi Bintang Indonesia, PT. Sritex, DSDP Denpasar, Balai Konservasi hutan Mangrove Denpasar-Bali			2011
2	KKN	Desa Patokan, Kec. Bantaran Kab.Probolinggo			2011
3	Kerja Praktek	Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah B3 di PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. Pabrik Tuban			2011
4	PBPAB	Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Kecap			2012
5	SKRIPSI	Kinetika Biodegradasi Zat Organik pada Air Limbah Sampah (Lindi)			2012
Orang Tua					
Nama	:	Sulandra Umahuk, SE			
Alamat	:	Kel. Akehuda, Ternate Maluku Utara			
Telp	:	-			
Pekerjaan	:	PNS			

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Kinetika Biodegradasi Zat Organik pada Air Limbah Sampah (Lindi).

Skripsi ini merupakan salah persyaratan bagi setiap mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur untuk mendapatkan gelar sarjana.

Selama menyelesaikan skripsi ini, saya telah banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini saya, ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Naniek Ratni J.A.R., M.Kes, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Munawar., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Dr.Ir. Rudi Laksmono Widajatno, MT selaku Dosen Wali yang telah mengarahkan saya selama kuliah dan banyak membantu saya dalam memberikan bimbingan, semangat, motivasi dan doa dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dosen Penguji saya, Bapak Ir. Tuhu Agung R., MT, Bapak Ir .Putu Wesen, MS dan Ibu Ir. Naniek Ratni J.A.R., M.Kes yang telah memberikan saran-saran sehingga terselesainya skripsi ini dengan baik.
5. Keluarga saya tercinta, Papa Sulandra Umahuk, SE dan Ibu Insan Sangadji, SH, Kakak Affandi Umahuk, SH, Adik Fauziah Umahuk, Tante saya Ramlah Sangadji (Mamy) serta keluarga besar Bendul Merisi Airdas no. 6A yang telah memberikan dukungan baik moril maupun material dan segala doa serta pengertiannya.

6. Adi Dwi Nurcahyadi yang selama ini telah memberikan semangat, doa, dan banyak membantu saya hingga terselesainya skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan Mbak Yaya, Mbak Dewi , Ria, Ayu, Ajeng E, Dewa, Rahma, Hendra, Kak Arman, Mas Roby, Erwin, Fasich, dan Mas Jonathan, yang selalu memberikan semangat, dan membantu baik secara langsung maupun tidak langsung hingga terselesainya skripsi ini.
8. Semua saudara dan teman-teman saya Nunik, Ira, Ardika, Ricky P, Kak Jefry, Ragil, Lisa, Kardono, Amin, Hendi, Mas Rizka, Arta, Komang, dan rekan-rekan di Teknik Lingkungan angkatan 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 maupun semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat, doa, dan banyak membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun akan saya terima dengan senang hati. Akhir kata, saya mengucapkan terima kasih dan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila di dalam penyusunan laporan ini terdapat kata-kata yang kurang berkenan atau kurang dipahami.

Surabaya, Desember 2012

Fahria

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
INTISARI .....	vii
ABSTRACT .....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Permasalahan .....	2
I.3 Tujuan .....	2
I.4 Manfaat .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Tinjauan Umum .....	3
II.1.1 Karakteristik Lindi .....	4
II.2 Pengolahan Biologis Aerob .....	5
II.2.1 Pertumbuhan Mikroorganisme .....	5
II.3 Kinetika Pertumbuhan Mikroorganisme .....	9
II.4 Isolasi Mikroorganisme .....	13
II.5 Identifikasi Mikroorganisme .....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1 Bahan yang Digunakan .....	18
III.2 Peralatan .....	18
III.3 Variabel Penelitian .....	18
III.4 Prosedur Penelitian .....	19
III.4.1 Tahap Persiapan .....	19

III.4.2	Tahap Pelaksanaan .....	19
III.4.3	Prosedur Analisa Pengamatan .....	21
III.5	Pengolahan Data .....	23
III.6	Kerangka Penelitian .....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
IV.1	Hasil Penelitian .....	26
IV.2	Penentuan Parameter Kinetika .....	29
IV.3	Identifikasi Bakteri.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
V.1.	Kesimpulan .....	39
V.2.	Saran .....	40
DAFTAR PUSTAKA .....		ix
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme .....	6
Gambar 3.1	Alat Penelitian .....	20
Gambar 3.2	Kerangka Penelitian .....	25
Gambar 4.1	Hubungan antara Waktu Inkubasi dengan penurunan COD pada Berbagai Konsentrasi COD Awal .....	26
Gambar 4.2	Hubungan antara Waktu Inkubasi dengan Kadar MLVSS pada Berbagai Konsentrasi COD Awal .....	27
Gambar 4.3	Hubungan antara $\ln(X/X_0)$ dan Waktu (hari) pada Sampel A .....	30
Gambar 4.4	Hubungan antara $\ln(X/X_0)$ dan Waktu (hari) pada Sampel B .....	30
Gambar 4.5	Hubungan antara $\ln(X/X_0)$ dan Waktu (hari) pada Sampel C .....	30
Gambar 4.6	Hubungan antara $\ln(X/X_0)$ dan Waktu (hari) pada Sampel D .....	31
Gambar 4.7	Hubungan antara $\ln(X/X_0)$ dan Waktu (hari) pada Sampel E .....	31
Gambar 4.8	Hubungan antara Biomassa Maksimum ( $X_m$ ) dengan Konsentrasi Substrat ( $S_0$ ) .....	33
Gambar 4.9	Hubungan antara Perubahan Spesifik Substrat ( $q$ ) dengan Laju Pertumbuhan Spesifik ( $\mu$ ) .....	35
Gambar 4.10	Hubungan antara $1/\mu$ dengan $1/S$ .....	36
Gambar 4.11	Bentuk Bakteri .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pengaruh Karakteristik Leachate (Air Lindi) dari Sanitary Landfill .....	4
Tabel 4.3	Nilai-nilai Parameter Kinetika Biodegradasi Zat Organik pada Air Limbah Sampah (Air Lindi) .....	37

## ABSTRACT

Leachate treatment is usually used by biological processes that depend on microorganisms as decomposer substrate. Importance of the role and function of the kinetics parameter on the biological process, then needed for research ability of microorganisms to degrade organic matter in the leachate. This study aims to find and determine the value of the parameter  $\mu$ ,  $Y$ ,  $K_s$ , and  $K_d$ , which is used in the calculation of biological leachate treatment process.

Process is carried out in aerobic and the acclimated activated sludge was used in batch reactors with different initial COD concentration (2600, 2100, 1600, 1100, & 600 mg / l). The parameters observed on this research were COD (Chemical Oxygen Demand), and MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids). The research shown that  $\mu$  values from 0.1027 - 0.5298 ( $d^{-1}$ ), the value of  $Y = 0.4583$  (g VSS / g COD),  $K_s = 555.47$  (mg/ l),  $\mu_{max} = 0.1020$  ( $day^{-1}$ ),  $Y_t = 0.4583$  (g VSS / g COD ) and the value of  $K_d = 1.37 \times 10^{-16}$  ( $d^{-1}$ ).

Key words : leachate, activated sludge, kinetics parameter

## ABSTRAK

Pengolahan lindi umumnya dilakukan dengan proses biologi yang mengandalkan mikroorganisme sebagai pengurai substrat. Pentingnya peranan dan fungsi parameter kinetika pada pengolahan secara biologi, maka diperlukannya penelitian mengenai kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi zat organik pada air limbah sampah atau lindi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan mengetahui besar nilai parameter  $\mu$ ,  $Y$ ,  $K_s$ , dan  $K_d$ , yang digunakan dalam perhitungan proses pengolahan lindi secara biologi. Proses dilakukan secara aerob dan lumpur aktif yang digunakan merupakan hasil aklimatisasi, kemudian diproses pada reaktor batch dengan konsentrasi COD yang berbeda-beda (2600, 2100, 1600, 1100, & 600 mg/l). Parameter yang dianalisa adalah COD (Chemical Oxygen Demand) dan MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids). Hasil yang didapat, nilai  $\mu$  antara = 0.1027-0.5298 ( $\text{hari}^{-1}$ ), nilai  $Y = 0,4583 \text{ g VSS/g COD}$ ,  $K_s = 555,47 \text{ (mg/l)}$ ,  $\mu_{\max} = 0.1020 \text{ (hari}^{-1}\text{)}$ ,  $Y_t = 0.4583 \text{ (g VSS/g COD)}$  dan nilai  $K_d = 1.37 \times 10^{-16} \text{ (hari}^{-1}\text{)}$ .

Kata Kunci : Lindi, lumpur aktif, parameter kinetika

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Lindi adalah cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas zat-zat terlarut. Cairan tersebut mengandung bahan organik yang tinggi sebagai hasil dekomposisi sampah dan juga berasal dari proses infiltrasi dari air limpasan (Royadi, 2006).

Pengolahan lindi merupakan salah satu permasalahan yang ada di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Indonesia. Pengolahan lindi umumnya dilakukan dengan proses biologi yang mengandalkan mikroorganisme sebagai pengurai substrat. Untuk menghasilkan efluen yang aman bagi lingkungan, diperlukan perancangan proses bioreaktor agar proses pengolahan air lindi dapat berjalan optimal. Oleh sebab itu, perlu diketahui parameter kinetika karena nilai parameter kinetika berlaku spesifik bagi jenis limbah cair dan proses yang diterapkan (Romli dkk, 2012).

Dengan melihat pentingnya nilai-nilai parameter kinetika dalam pengolahan lindi, sehingga penelitian ini dilakukan untuk menentukan nilai-nilai tersebut dan dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengolahan lindi secara biologi.

## I.2 Perumusan Masalah

Mengingat pentingnya peranan dan fungsi parameter kinetika pada pengolahan secara biologi, maka diperlukannya penelitian mengenai kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi zat organik pada air limbah sampah atau lindi.

## I.3 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan parameter kinetika meliputi nilai laju pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ), nilai hasil pertumbuhan ( $Y$ ), konstanta kejenuhan ( $K_s$ ), dan koefisien kematian mikroba ( $K_d$ ).
2. Untuk mengetahui besar nilai parameter  $\mu$ ,  $Y$ ,  $K_s$ , dan  $K_d$ , yang di gunakan dalam perhitungan proses pengolahan lindi secara biologi.

## I.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui besar nilai koefisien dengan parameter yaitu  $\mu$ ,  $Y$ ,  $K_s$ , dan  $K_d$  yang dipakai dalam merencanakan perhitungan suatu instalasi pengolahan air lindi secara biologi.